

JOSÈ MIGUEL CEI

Aspetti geo-biogeografici inediti della Sierra di Famatina, il più
elevato massiccio d'America del Sud dopo le cordigliere andine
(Argentina centro-occidentale)

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE

Aspetti geo-biogeografici inediti
della Sierra di Famatina,
il più elevato massiccio d'America del Sud
dopo le cordigliere andine
(Argentina centro-occidentale)

JOSÈ MIGUEL CEI *

A circa 30° lat. sud le province subtropicali centrali dell'Argentina si estendono da est a ovest per oltre 1200 km, dalla frontiera brasiliana al Cile: una larghezza considerevole che diviene ancora maggiore a settentrione, avvicinandosi al tropico. Sono regioni prevalentemente aride e xerofile, con forti variazioni climatiche stagionali. A partir dai versanti della elevata cordigliera delle Ande, successivi rilievi extra-andini vi si alternano e finiscono finalmente per livellarsi nelle grandi pianure del Chaco australe, del bacino del Paraná e delle Pampas. Supponiamo ora di percorrerli in linea retta e in direzione NO-SE un itinerario compreso tra le massime cime andine, con picchi sempre superiori ai 6000 metri quali il Bonete, il Tres Cruces, il Pissis o il Nacimiento, e le pittoresche ma modeste elevazioni delle sierre di Cordoba-San Luis (altezza massima 2884 m), ultimo accidente orografico di certa importanza ai margini dei grandi spazi pianeggianti orientali. Dopo aver valicato varie catene a quote non molto elevate, e attraversato ampie vallate come quella del Vinchina, ci troveremo a quasi 200 km dallo spartiacque oceanico che segna il confine tra Argentina e Cile, e a 450 km dalla Sierra Grande di Cordoba. Vedremo ergersi a questo punto, quale improvvisa barriera, le dorsali imponenti dell'allungata Sierra di Famatina, e osserveremo con sorpresa i vasti campi di neve perenne che biancheggiano sulle sue sommità, alcune addirittura

(*) Professore onorario della Università Nazionale di Rio Cuarto, Cordoba, Argentina. Ex-Direttore dell'Istituto di Biologia Animale della Università Nazionale di Cuyo, Mendoza, Argentina.

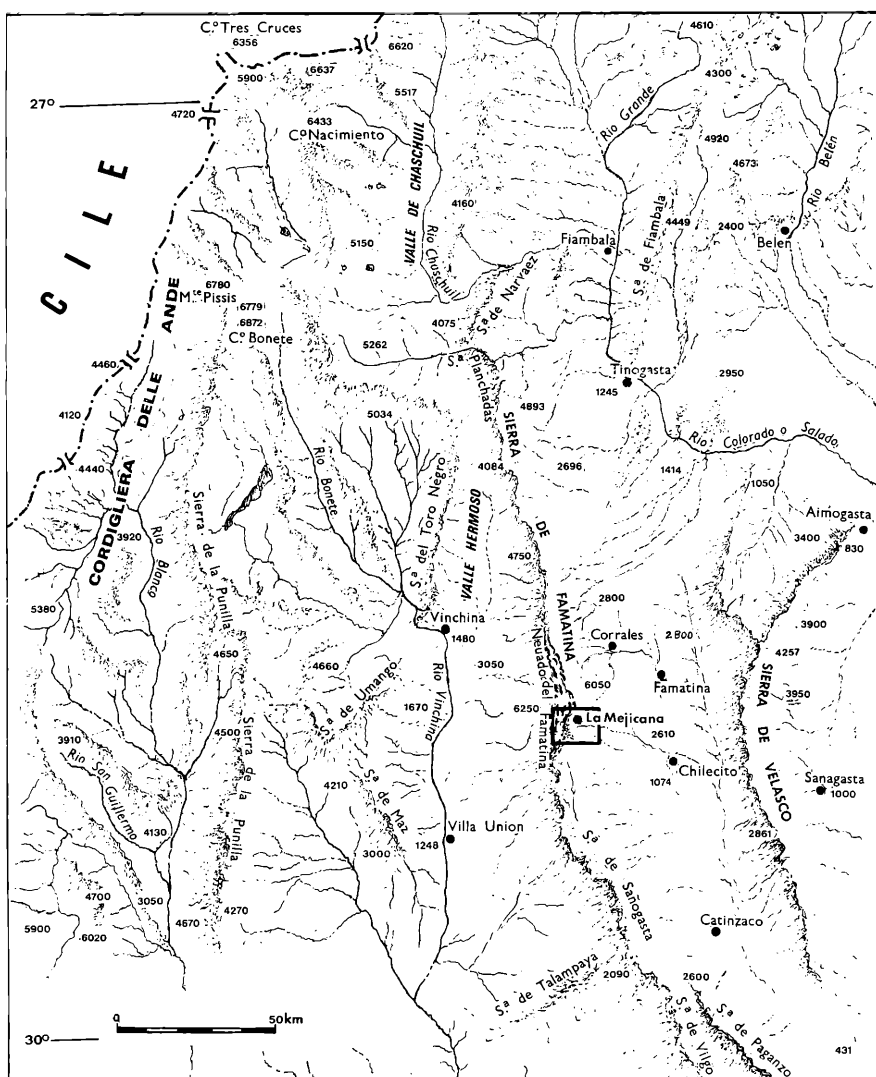
oltre i 6000 m (Cerro Belgrano, 6250 m; Cerro Negro Overo, 6050 m): altitudini inaspettate per un massiccio antico, già così distante e diverso dal grande corrugamento dell'arco andino.

Da tempo i geologi si riferiscono infatti al Famatina come a un «sistema» proprio, esteso da NNO-SSE per ben 320 km e largo fino a 60 km. Lo considerano una unità strutturale indipendente, tra i 30°20' e i 27°25' lat. sud, con stratigrafia e vicende tettoniche differenti da quelle note per la orogenesi delle Ande (De Alba, 1979). I limiti del sistema del Famatina, di cui la sierra omonima rappresenta il nucleo più cospicuo, toccano a settentrione la Sierra di Narvaez, a mezzogiorno la Sierra di Paganzo.

Lo fiancheggiano all'est le spaziose vallate di Fiambalà, Tinogasta-Angulos, Chilecito, Catinzaco e Los Colorados, all'ovest la vallata di Chascuil e il prolungato affossamento di Valle Hermoso. La autonoma fisionomia geologica del poderoso rilievo risalta dal confronto con le catene o sierre che lo circondano che, sebbene siano anch'esse indipendenti dalla cordigliera delle Ande, appartengono alle cosiddette «Sierras Pampeanas», distinte per genesi, storia e costituzione litologica. Tali per esempio le vicine Sierras di Narvaez, dell'Espinal, di Los Llanos, di Paganzo e del Valle Fertil, comparabili però al Famatina sotto alcuni aspetti, per la loro ricchezza in certi tipi di graniti o rocce cristalline, e per la comune esistenza di sedimenti marini ordoviciani. Sia il sistema del Famatina che le «Sierras Pampeanas» si ritengono d'altronde di origine ed evoluzione diverse da quelle delle Precordiere, che posseggono enormi e differenti depositi del Paleozoico, non



Cartina schematica dell'ubicazione del sistema e sierra del Famatina, nella regione extra-andina dell'Argentina centro-occidentale.



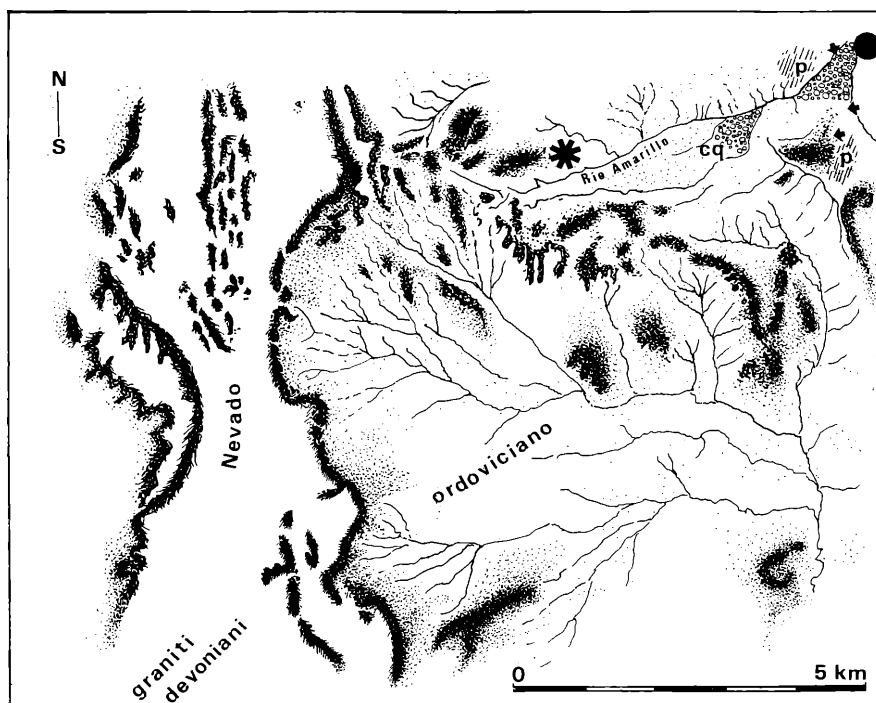
Cartina schematica del sistema e sierra del Famatina, nella provincia argentina di La Rioja. Il riquadro, ampliato nello schizzo seguente, a differente scala, indica la zona di La Mejicana, prossima al gran campo di nevi perenni, o Nevado, al disopra dei 6000 m.

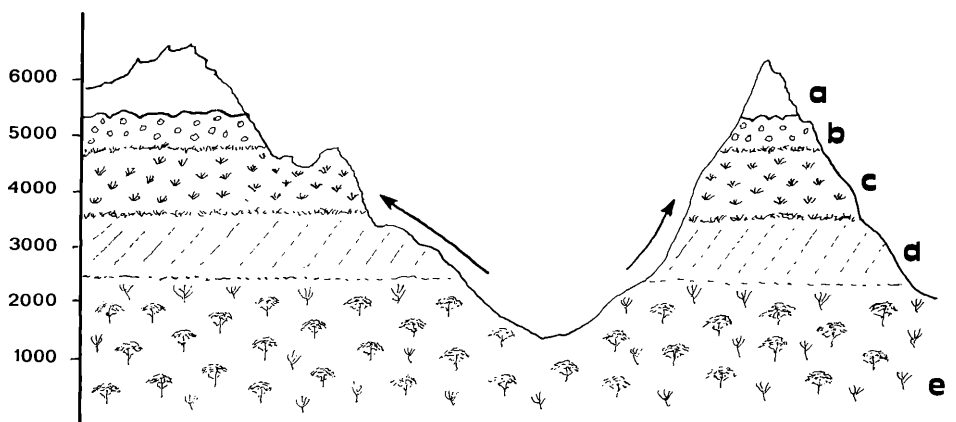
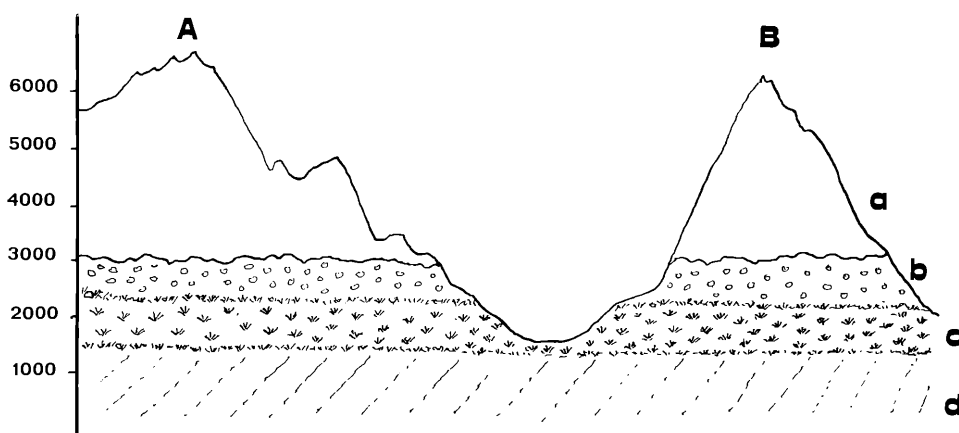
presentano evidenza di magmatismo, mancano di rocce sicuramente riferibili al basamento precambrico e sono inoltre assai scarse in migmatiti e in graniti.

Fino dalle ricerche già classiche di BODENBENDER (1916, 1922), HAUSEN (1921, 1933), GROEBER (1938) e PETERSEN e LEANZA (1953) si

suppose che il punto di partenza dell'unità strutturale oggi identificata con il sistema del Famatina fosse da ricercarsi in un corrugamento avvenuto nel Paleozoico inferiore, intermedio tra i corrugamenti a cui debbono invece la loro origine le «Sierras Pampeanas» e le Precordigliere. Se cerchiamo di ricostruire e sintetizzare le vicende tettoniche e cronologiche dei grandi blocchi rotti e dislocati nel Cenozoico che costituiscono adesso il sistema del Famatina, diremo anzitutto che nel Paleozoico inferiore, nel periodo ordoviciano, una vasta conca geosinclinale era occupata dal mare all'incirca tra i 27°35' e i 29°27' di latitudine. Al nord, all'ovest, ad est e a sud-est, le antiche pieghe delle attuali sierre di Umango, Toro Negro, Espinal, Villa Union, Paiman-Chilecito e Paganzo, parte tutte delle surricordate «Sierras Pampeanas», formavano le coste di quel bacino poco profondo, pullulante di trilobiti,

Schizzo delle adiacenze del Nevado del Famatina, sulla base di fotografie aeree. Il grande campo di neve perenne delle più alte cime, o Nevado, riposa sulla enorme intrusione granitica devoniana, o nucleo del Famatina. Nelle adiacenze, e a nord e sud del Rio Amarillo, le rocce leptometamorfiche ordoviciane della formazione Negro Peinado sono ricoperte per un 80% da materiali detritici recenti. Gli spessi strati ordoviciani ricevettero nel Terziario cospicue intrusioni di corpi ignei porfido-dacitici: in più punti evidenti gli affioramenti di porfido (p). Sono qui indicati con una freccia i vistosi conglomerati quaternari (cq), prossimi al campo base di Cueva di Perez, a circa 4000 m (circolo nero); l'asterisco segnala invece l'ubicazione delle miniere abbandonate di La Mejicana, a circa 5000 m d'altezza.





Schema degli spostamenti della linea delle nevi perenni e delle zone di vegetazione periglaciale, o alto-andina, durante le ultime fasi del pleistocene, alla latitudine della sierra di Famatina. In alto: durante una fase glaciale; in basso: durante un interglaciale, o nel post-glaciale. A: cordigliera delle Ande; B: Sierra di Famatina. (a - nevi perenni; b - zona rocciosa periglaciale; c - vegetazione alto-andina; d - zona intermedia (con associazioni di *Mutisia* e *Adesmia* nel periodo attuale); e - vegetazione subtropicale arida del «monte», a *Larrea* e *Prosopis*, caratteristica della fase attuale. Le frecce indicano le direzioni opposte di migrazione della fauna adattata ad ambienti periglaciali, o alto-andini, durante periodi di massimo abbassamento dei limiti nivali).

graptoliti e brachiopodi. I poderosi sedimenti di quel lunghissimo periodo, spessi perfino 2000 metri nell'ordoviciano inferiore, soffersero posteriormente un moderato metamorfismo, regionale e termico, dovuto quest'ultimo alla protratta azione di rocce vulcaniche durante il suc-



Improvise e travolgenti piene estive o «crecientes» del torrente Vichigasta, a 30 km da Chilecito, sulle pendici orientali della sierra di Famatina. Sotto: inclusioni andesitiche nelle rocce metamorfiche ordoviciane della formazione Negro Peinado, penetrate da forti filoni e solfuri di rame, a un'altezza di circa 2800-2900 m.



cessivo periodo devoniano. Sono le scure rocce metamorfiche della cosiddetta formazione Negro Peinado, quelle che prevalgono nell'alta sierra di Famatina, cuore del sistema dello stesso nome, Filliti, lutiti, scisti, arenarie verdi o grigiastre, o rocce metamorfiche di contatto quali la «cornubianite», s'addensano in pile compatte di 1500-2000 metri nei pressi delle cime del Negro Overo o del Nuñorco. Tagliate spesso-secondo piani di diaclasi, furono penetrate da dicchi di porfido o grandi vene di quarzo, e divennero sede di importanti infiltrazioni o giacimenti di preziosi minerali, cupriferi e auriferi.

Alla quieta sedimentazione fece seguito nel periodo devoniano una fase di energiche dislocazioni tettoniche che mise a contatto del sottostante granito gli strati non metamorfosati dell'accumulazione anteriore e sostituì il mare ordoviciano con un paesaggio di terraferma. Un intenso processo di erosione ne levigò costantemente l'incipiente morfologia nel devoniano superiore, nel carbonifero e nel permiano. Sede di altra e continua sedimentazione, ma di carattere continentale e alterata nel permiano da improvvise effusioni basaltiche, quel logoro rilievo ebbe alla fine del Paleozoico una forte spinta dai corrugamenti tardivi del ciclo orogenetico ercinico. Ancora una volta la ininterrotta erosione mesozoica lo ridusse a un penepiano e solamente ai livelli superiori del cretaceo, le arenarie e i tufi brunastri della cosiddetta formazione del Crestón possono riferirsi a strati probabilmente piegati e modificati nel corso dei primi movimenti del sollevamento andino, la denominata fase Laramica, o «Peruana» in Sudamerica.

Sedimenti vulcanici e lacustri del Terziario — tufi, conglomerati e banchi di arenarie di grano fine, spesso di notevole grossezza — si osservano nell'intero sistema del Famatina. I loro affioramenti, evidenti alla periferia, risultano invece poco estesi, o giacciono sotto i materiali alluvionali del Quaternario, nella sierra centrale o Sierra di Famatina propriamente detta. Fu nel Terziario che avvenne il sollevamento e la dislocazione dei blocchi fondamentali della presente struttura del Famatina. Più precisamente questo coincise con la fase principale del secondo movimento orogenetico andino, dall'oligocene al miocene; più tardi — dal miocene al pliocene — con le fasi terminali del movimento suddetto, caratterizzato da effusioni di magma andesitico; più tardi ancora con l'inizio del terzo e ultimo movimento orogenetico, pure pliocenico. La fase principale del terzo movimento modellò le grandi linee della odierna fisionomia del massiccio, ne determinò i maggiori dislivelli e l'idrografia. Si verificarono potenti pieghe, faglie e ingenti spostamenti verticali dei blocchi. Ebbero allora origine gli ampi anticlinali e sinclinali dei sedimenti cenozoici specialmente evidenti, con la

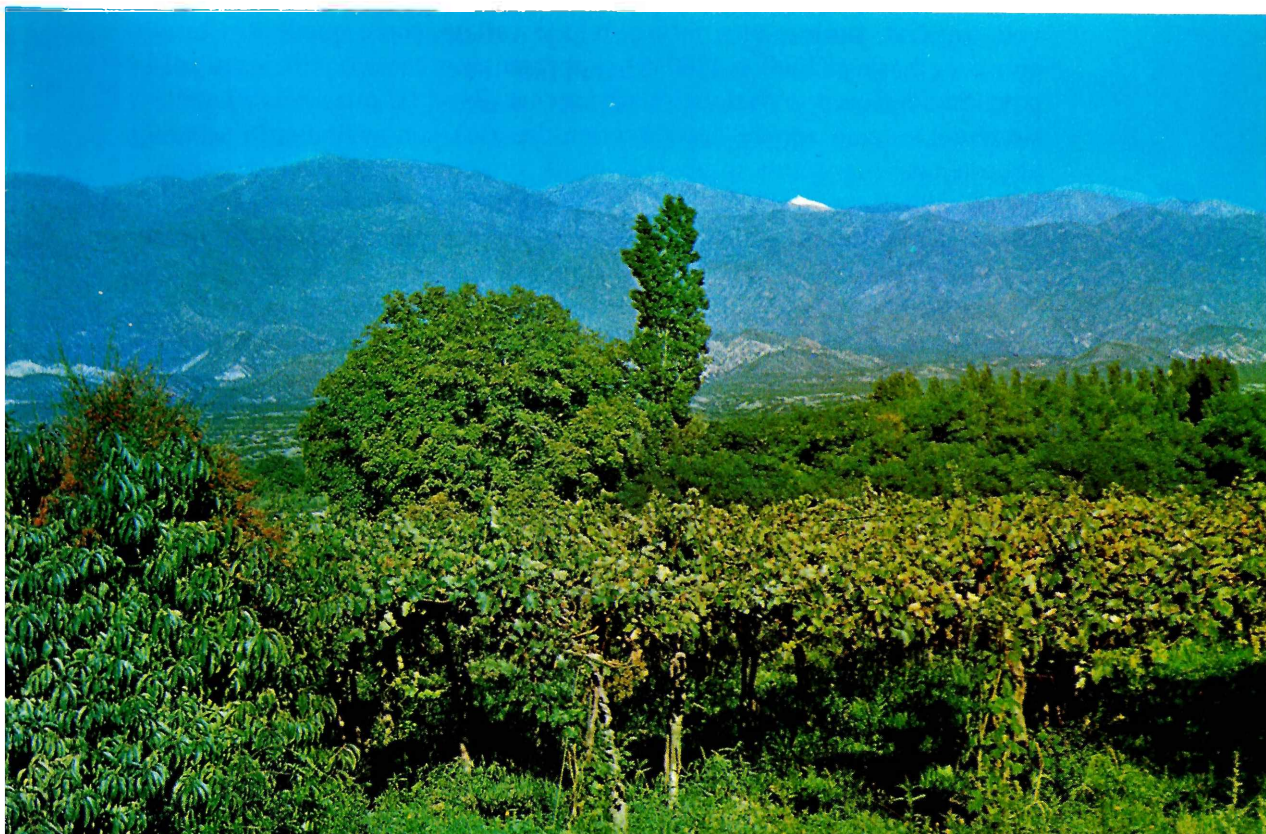
chiamata formazione del Durazno, sui versanti orientali e occidentali della sierra. L'azione erosiva e i trasporti alluvionali della glaciazione in atto accompagnarono l'orogenesi. Vistosi depositi del Quaternario antico e recente rivestirono di conglomerati, sabbie argillose e grandi coni di deiezione il già tormentato paesaggio. Resti di circhi glaciali sono presentemente visibili a più di 4000 m nelle adiacenze del Nevado del Famatina; estese morene, spesse non meno di 70 metri, discendono da diverse alte cime, come dal Cerro Overo e dalla Cumbre Baya, sempre al disopra dei 4000 m.

Forte di un passato così remoto e di vicissitudini geologiche che rimontano molto più in là nel tempo di quelle delle Precordigliere e Cordigliere, il Famatina appare perciò, in Argentina e in Sudamerica, l'unico e circoscritto sistema montano che possa in qualche modo paragonarsi alle Ande per imponenza, aspetto generale e eminenti altitudini. Già fu posta enfasi sulla parte più vistosa e significativa del rilievo, la dominante sierra di Famatina lunga a un dipresso 140 km. Appare essenzialmente formata — come si è detto — dai considerevoli strati di rocce metamorfiche nerastre dell'ordoviciano, la tanto spesso ricordata formazione Negro Peinado, fiancheggiata da estesi affioramenti devoniani di graniti e graniti aplitici, da strati del permiano della nota serie fossilifera di Paganzo, da limitati affioramenti del carbonifero, frammentate formazioni mio-plioceniche, vasti depositi quaternari, glaciali, di trasporto, sedimentazione, etc. Continuazione della sierra o nucleo strutturale centrale, e importanti elementi geomorfologici del sistema sono inoltre le sierre di Las Planchadas, Potrero Alto, Potrero Seco, e quali propaggini meridionali le erte muraglie della sierra di Sañogasta e di Vilgo. Le preterite vicende geo-tettoniche del peculiare complesso orografico hanno avuto un evidente effetto sulle sue presenti condizioni di isolamento, topografico e ecologico. La relativa posizione «insulare» del Famatina, circondato com'è da vaste vallate aride e rapidamente proiettato ad altezze poco consuete nella regione che sovrasta, è senza dubbio favorevole allo stabilirsi di microclimi, a una maggior asprezza di certi fattori ambientali e in molti casi alla segregazione geografica, endemismo e specializzazione di numerosi rappresentanti della flora e della fauna. Analoghe caratteristiche naturali hanno influito sugli insediamenti umani e sullo sviluppo culturale dell'intera area, più recentemente sul suo ritardato progresso economico, sull'evoluzione etnico-sociologica, etc.

L'idrografia del Famatina, zona fondamentalmente arida, con irregolare regime di piogge, scarsa acqua di disgelo, accentuate pendenze topografiche, altimetria variabile, etc., limita evidentemente non solo le



Microclima e oasi di fondo valle sulle aride pendici orientali del Famatina, a 1500 m, nei pressi del centro abitato omonimo: sul lontano sfondo il profilo candido del Nevado. Sotto: vigneti e frutteti nella fertile valle di Famatina.



possibilità agricole della maggior parte delle depressioni o vallate che lo contornano, ma le stesse vie d'accesso e comunicazione, per l'indole disordinata e torrentizia dei corsi d'acqua, soggetti durante molti mesi dell'anno a improvvise, disastrose alluvioni o «crecientes». La conformazione stessa delle ripide o accidentate vallate interne impedisce facili tracciati di strade o l'agevole superamento dei frequenti ostacoli naturali; difficoltà a cui si aggiunge la consistenza troppo sovente friabile delle rocce sedimentarie e dei conglomerati, con continue frane, interruzioni, erosioni, etc. Una compagnia inglese per esempio, che si accinse all'inizio del secolo allo sfruttamento dei ricchi giacimenti cupriferi di La Mejicana, non lontano dal Nevado del Famatina e a circa 5000 m, dovette costruire una funicolare di ben 39 km per far discendere i carrelli del minerale a 1200 m, alla sottostante località di Chilecito, toccata da una linea ferroviaria, abbastanza primitiva. Per esperienza personale di questi ultimi anni possiamo aggiungere che per arrivare giornalmente agli accampamenti permanenti di prospezione geologico-mineraria siti al disopra dei 4000 metri nel settore centrale della sierra, le robuste jeeps delle commissioni di studio debbono coraggiosamente transitar sentieri con pendenze fortissime, appena incisi dai caterpillars su i nudi fianchi della montagna, o servirsi per decine di chilometri dei pietrosi letti avventizi dei torrenti, sparsi di rami e grossi ciottoli alluvionali, interrotti da profondi banchi di sabbia o sorgenti.

Per la loro esposizione, modesta altitudine, correnti d'aria favorevoli, umidità, suolo e altri fattori, talune vallate, come quelle di Chilecito e Famatina (1200 e 1700 m) rappresentano eccezionali ridotti microclimatici, con popolazione relativamente densa (la quasi totalità delle sierre del sistema appare deserta o semideserta), con agglomerati urbani abbastanza importanti quali le località omonime, e attualmente con buone vie di accesso, regolari comunicazioni e scambi commerciali, attività agricolo-economica, turismo, etc. Sono veramente delle fiorite e fertili oasi, con ottimi orti, frutteti, vigneti e una produzione notevole di rinomati vini locali. Un contrasto con gli ecosistemi del cosiddetto «monte» occidentale subandino che li circondano: una macchia brulla e spinosa, fitta di arbusti della aromatica *Larrea*, o «creosote bush», o «Jarilla», con radi *Prosopis*, *Bulnesia*, *Cercidium*, *Geoffroea* o grandi cactacee come elementi arborei dominanti.

La sierra di Famatina era ed è in gran parte valicabile a dorso di cavallo o di mulo, ma — grazie all'abnegazione dei caterpillars della Direzione di viabilità della Provincia della Rioja — la recente pista a cui poc'anzi fu accennato vi ha aperto nuove, insperate possibilità

d'accesso anche ai veicoli a quattro ruote motrici. L'ardita per quanto rozza opera, destinata essenzialmente a facilitare i lavori delle commissioni geologico-minerarie, in particolare dell'Esercito Argentino, ci ha finalmente permesso di seguir gradualmente, per circa 35 km in direzione SSE-NO, l'interessante sequenza altimetrica del paesaggio e il succedersi delle associazioni vegetali e faunistiche più significative. Si passa in tal modo da un'altitudine di 1900-2000 m — la località base di Corrales — a circa 5000 m, sulle falde del candido Nevado del Famatina.

L'ambiente naturale nei dintorni di Corrales — a 15 km dal villaggio di Famatina — e a circa 10 km ancor più a nord, nella riparata valletta delle sorgenti dette dell'Aguadita (2200 m), è tuttavia quello del «monte», che si manterrà approssimativamente fino ai 2400 m sui fianchi della montagna, impoverito e con variazioni biocenotiche dovute all'esposizione — nord o sud — delle sue associazioni. Vi predominano, oltre alle resinose *Larrea* (*divaricata* e *cuneifolia*), solanacee arbustive (*Lycium*, *Solanum*), leguminose (*Cassia*), verbenacee (*Glandularia*, *Lantana*, *Lippia*) e composite (*Baccharis*, *Stevia*, *Senecio*, *Flourensia*, *Helenium*) pure ambustive, i duri frutici semilegnosi dell'acantacea *Justicia lorentziana*, e una florura relativamente variata di piante erbacee. Sono la pulvinata *Chaptalia nutans*, l'elegante *Zinnia peruviana*, l'*Heterospermum diversifolium* tra le composite, la volubile asclepiadacea *Philibertia*, rubiacee (*Borreria verticillata*), loasacee (*Mentzelia*), malvacee (*Sphaeralcea*), cariofillacee (*Stellaria*), nictaginacee (*Oxybaphus*), commelinacee (*Commelina*), amarantacee (*Gomphrena*), boraginacee (*Heliotropium*) e la solanacea *Petunia* diffusa sulle pietraie dell'alluvione; assai vistose soprattutto dopo una pioggia le succulente *Portulaca* dai vivacissimi colori. Numerose graminacee sono presenti in questa formazione: *Stipa*, *Setaria*, *Trichloris*, *Sporobolus* e un *Eragrostis* affine alla *E. pilosa*. Molto caratteristiche come elementi orofili, con dense comunità sulle pareti rocciose esposte a mezzogiorno, sono le durissime aculeate rosette della bromeliacea *Deuterocohnia longipetala* dalle lunghe infiorescenze citrine. Si mescolano abbondantissimi con le bromeliacee i più variati tipi di cactus e di opunzie: i *Gymnocalycium* mammillari irti di spine ricurve, gli *Echinopsis* dai profumati fiori bianchi, il *Trichocereus hauscha*, l'*Opuntia alexanderi*, l'*Opuntia glomerata*, etc., tutti di gran lunga sorpassati dagli enormi *Trichocereus terscheckii* colonnari, alti vari metri, senza dubbio la pianta più appariscente di quel paesaggio vegetale scarsissimo d'alberi, appena consistenti in qualche fronzuta leguminosa (*Prosopis chilensis*) negli anfratti umidi dei burroni.

Il limite altimetrico della *Larrea nitida*, e con essa delle formazioni del «monte», s'aggira sui 2500 m. Anche il popolamento animale corrisponde alla fisionomia floristica qui sommariamente indicata. Scomparsi o estremamente ridotti i mammiferi maggiori (guanachi, pecari, giaguaro, puma, volpi) vi sussistono alcuni sdentati (*Chaetophractus*), marsupiali (*Didelphis*, *Marmosa*) e naturalmente i piccoli carnivori (*Lyncodon*, *Conepatus*), i chiroteri quasi tutti vespertilionidi e i roditori, in prevalenza miomorfi del genere *Akodon*, o le gregarie *Microcavia* tra i caviomorfi. L'avifauna, la stessa dell'esteso dominio del «monte», non è particolarmente significativa. Molto più variata l'erpetofauna, che annovera tra i sauri grossi lucertoloni della famiglia Teiidae impropriamente detti localmente «iguane» (*Tupinambis rufescens*), altri teiidi di taglia minore (*Teius cyanogastere*), lo psammofilo *Cnemidophorus longicaudus*, dei gechi (*Homonota horrida*), qualche *Amphisbaena* sotterranea affine a *A. angustifrons*, e diversi interessanti veri iguanidi. Tali i robusti *Tropidurus* che trovano riparo nelle fessure delle rocce, al disotto dei 1400 m, il rarissimo *Liolaemus pseudanomalous* crepuscolare, i frequentissimi *Liolaemus darwini* e altri minuti *Liolaemus* del gruppo

Aridi paesaggi riojani a Mogotes Colorados, sulla strada Patquia-Famatina. Erosioni dei rossi strati continentali mesozoici (serie di Paganzo, mesozoico inferiore).





Nevado del Famatina: altezza massima 6250 m alla sommità del Cerro Belgrano. Sotto: impressionante contrasto delle formazioni sedimentarie del Paleozoico superiore e mesozoiche a 2700 m, nel cosiddetto «Portezuelo Blanco», sul sentiero Corrales-La Mejicana. Gli strati bianchi-rossi-grigi appartengono alla serie di Paganzo (permo-triassici); evidenti a destra, in basso, i neri affioramenti di carbon fossile del carbonifero superiore.



gracilis, che possono spingersi ad altezze maggiori, a 2700-2800 m. Numerosi i serpenti: le pericolose *Bothrops* (*ammodytoides*, *neuwiedi diporus*) il mortale «corallo» (*Micrurus frontalis pyrrhocryptus*) e molteplici colubridi, in genere opistoglifi, quali il falso «corallo» o *Lystrophis semicinctus*, *Phimophis vittatus*, *Waglerophis merremi*, *Pseudotomodon trigonatus* facilmente confuso con le *Bothrops*, *Leimadophis sagittifer*, *Oxyrhopus rhombifer* pure simile al «corallo» e le aggressive *Philodryas*, *psammophideus* e *burmeisteri*, di notevoli dimensioni quest'ultima e flagello dei pollai e delle conigliere. Come è facile supporre per una zona arida, con deficienti precipitazioni annuali, gli anfibi sono contati e poco visibili: la tozza *Pleurodema nebulosa* di cui si odono i monotoni cori dopo le piogge, un rospo (*Bufo arenarum*), una raganella locale non molto frequente (*Hyla pulchella riojana*) e, ristretto alle sorgenti dell'Aguadita, una specie endemica di *Odontophrynus* prossima alla *occidentalis*. Le panciute larve di detto anuro leptodactilide vivono in permanenza nelle limpide acque correnti delle temperate sorgive, riparandosi in caso di pericolo nelle cavità sottostanti ai voluminosi massi granitici che le circondano. Ottimo asilo anche nel caso di una improvvisa alluvione. Netta fisionomia di habitat semiarido accusano a

Le profonde gole del «Cañadon Amarillo», incise nei poderosi depositi quaternari di ocre o limonite. Nel fondo scorre il giallastro Rio Amarillo, saturo di solfuri.



loro volta gli insetti (formiche, ortotteri, imenotteri, meloidi, tenebrionidi, coprofagi) e gli aracnidi, presenti con i *Theraphosidae* neotropicali quale la enorme migale *Grammostola inermis*, con i piatti sicaridi delle sabbie, i salticidi, il velenoso *Latrodectus* e grossi, pallidi scorpioni del genere *Brachistosternus*. Biancastri gasteropodi del gruppo *Bulimulus* si possono sporadicamente osservare nelle crepe meno asciutte delle pareti rocciose, colonizzate da piccole felci e dalle grigiastre bromeliacee *Tillandsia*, resistentissime all'alidore.

Quasi subito, appena abbandonata Corrales, le stesse jeeps Land Rover guadano con ogni precauzione l'impetuoso, sassoso fiume Marco, e si inerpicano su gli accentuati pendii della sierra. A non troppa distanza dal limite di distribuzione del «creosote bush», su i 2400 m, si rendono visibili appariscenti erosioni di bianchi tufi terziari; salendo altri 200 metri b i sedimenti rossi permotriassici della serie Paganzo, interrotti qua e l  dai picei affioramenti del carbonifero. A 2700 m una ripidissima ascesa fa scavalcare un passo, il Portezuelo Blanco: campionario incomparabile delle pi  diverse formazioni geologiche, dove si alternano le rocce grigio-ardesia dell'ordoviciano agli strati color mattone del Paganzo, gli sbiaditi tufi mio-pliocenici e i toni giallo-brunastri dei conglomerati quaternari ai lucenti, nerissimi depositi del carbonifero, utilizzati in maniera primitiva come combustibile dagli scarsissimi «puesteros», i poveri pastori di capre della regione... Mentre la vegetazione gradualmente cambia e diviene in certi punti pi  rada, con prevalenza di composite e leguminose arbustive come *Baccharis* e *Adesmia*, il cammino nuovamente ascende e corre poi su una sorta di pianoro, a 2800-2900 m, profondamente inciso da un fiume, il Rio Amarillo, che scende dalla base del Nevado e s'incassa qui tra le pareti tagliate a picco di un vero canyon, o «ca ad n», formate da un altissimo deposito quasi puro di gialla ocra e limonite del quaternario. Tale insolito paesaggio pare sia dovuto a un antico tamponamento del fiume avvenuto nel pleistocene, con potenti accumulazioni dei materiali trasportati, principalmente ematiti e limoniti dei livelli superiori, fino alla posteriore rottura dell'occlusione di fondovalle e allo stabilirsi della morfologia attuale.

La vegetazione appare pi  ricca e variata alle quote del «ca ad n amarillo» e della vallata che successivamente porta alla localit  di Cueva de Noronha (2800 m), nome probabilmente allusivo a qualche remoto avventuriero portoghese cercatore d'oro e giustificato da alcune piccole grotte dove vivono in uno stato assai primitivo dei «puesteros», autentici trogloditi. Si tratta di biocenosi ben differenti dalle biocenosi semiaride della fascia del «monte» inferiore. Sono presenti in gran

numero verbenacee (*Verbena*, *Glandularia*), labiate (*Marrubium vulgare*, *Salvia*), leguminose (*Astragalus*) e composite (*Helinium* aff. *donianum*, *Chaptalia similis*, *Tagetes multiflora*, *Gnaphalium*, *Gamochaeta*, *Stevia*, *Baccharis*, *Trichocline*; *Grindellia*). Sempre nello strato erbaceo vi si mescolano svariati rappresentanti delle solanacee (*Nierembergia*, *Trechonaetes*, *Solanum*), oxalidacee (*Oxalis*, *Hypsoecharis*), crucifere (*Rorippa*, *Capsella bursae-pastoris*), idrofillacee (*Phacelia*), geraniacee (*Erodium cicutarium*, *Geranium*) e oenoteracee (*Epilobium*); vi figurano polipodiacee, boraginacee, *Plantago* e *Chenopodium*. Abbondanti i muschi, i funghi basidiomiceti (*Geaster*), e le felci sulle rupi sporgenti o su i rami le aggrovigliate *Tillandsia*. Vicino alle rare acque sorgive, o «vegas», verdeggiano i cespi delle scrofulariacee igrofile: *Mimulus luteus* e le graziose *Calceolaria*. Si appiattiscono al suolo i curiosi dischi a

Un Telmatobius schreiteri, caratteristico anuro delle biocenosi di alta montagna, già segnalato nella parallela sierra de Velasco, e trovato ora a 2800 m nel torrente Los Cienagos, nella sierra del Famatina.



raggiera delle caliceracee (*Boopis anthemoides*) e vi si elevano i diritti steli delle graminacee, frequentemente *Bromus* e *Deyeuxia*. Risaltano finalmente nell'associazione, per dimensioni e aspetto, le cospicue verbenacee arbustive (*Acantholippia*, *Diostea*), le spinose *Adesmia*, leguminose dai vivaci fiori giallo-arancio, la labiata *Satureja parvifolia*, dei *Solanum* e le composite *Baccharis polifolia* e *Mutisia*: specialmente l'elegante *Mutisia kurtzii* var. *anomala* molto caratteristica di quel paesaggio. Da questo esame sommario siamo, come si può vedere, in presenza di un insieme floristico abbastanza diverso dal «monte». Vi si incontrano invece affinità singolari con la vegetazione montana del nord-ovest d'Argentina o puneña (cfr. CABRARA, 1957).

Dal punto di vista faunistico, la meno conosciuta della sierra di Famatina resta tuttora questa regione intermedia, tra i limiti della

Filoni di quarzo e piriti nelle rocce del Negro Peinado: dintorni delle miniere abbandonate di La Mejicana, a 4500 m.



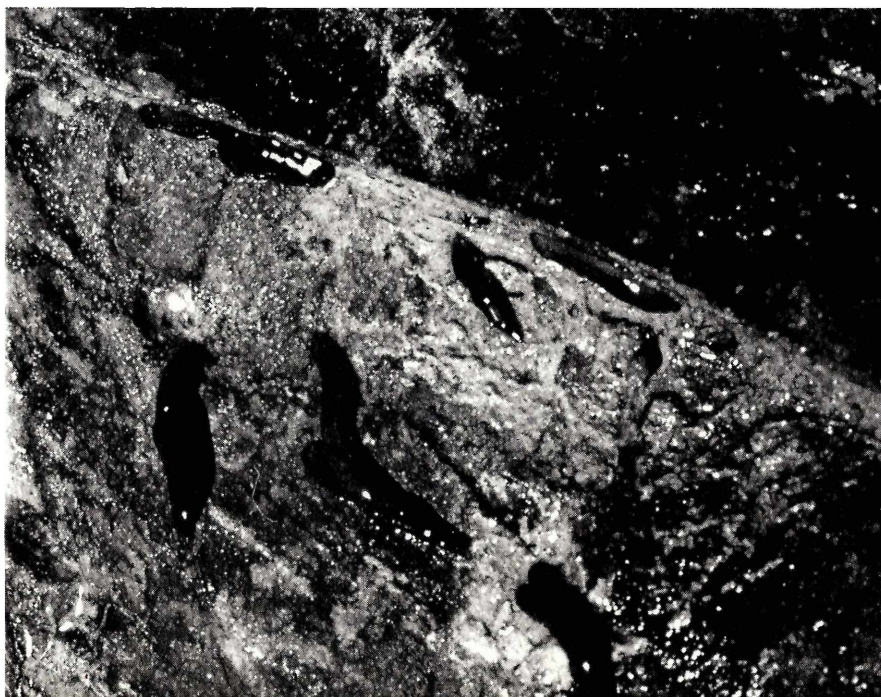
Larrea e gli ambienti d'alta montagna, superiori ai 3500 m. Il clima più fresco e leggermente più umido deve favorirvi probabilmente specie con tendenze mesofile. Limitati i mammiferi: qualche volpe o mustelido (*Dusicyon*, *Conepatus*), branchi nomadi ormai residui di guanachi, e com'è naturale chiroterteri negli anfratti delle balze scoscese e roditori, miomorfi quali gli *Akodon* e ctenomidi. Una importante forma endemica, relativamente vistosa, è il *Lagidium famatinae*, una gran cincilla rupestre dalla lunga coda a ciuffo, sospettoso abitante di scarpate inaccessibili. Alcuni passeriformi, tinocoridi, colombi e psittacidi, le «catitas serranas», oltre a qualche rapace diurno o notturno (*Polyborus*, *Milvago*, *Cerchneis*, *Strix*, etc.), rappresentano l'avifauna. A detta degli sporadici pastori nativi sarebbero stati visti dei serpenti «vipèridi» (?) e dei «mastuastos», termine confusamente applicato nell'Argentina centrale a vari iguanidi. Personalmente solo abbiamo scorto a questo livello e durante la stagione piovosa dei piccoli sauri del genere *Liolaemus*, presumibilmente del gruppo *gracilis*. Del pari poco o per nulla noti restano gli invertebrati terricoli. Merita menzione l'accertata esistenza, forse marginale, di uno scorpione — *Orobothriurus alticola* — proprio delle elevate cime andine e comune su i versanti del Nevado, a circa 4500 m. Convive nella zona intermedia con una forma settentrionale di *Bothriurus burmeisteri*, il più diffuso scorpione della Patagonia.

Un ramo del torrente Los Cienagos, nei pressi di Cueva de Noronha, a circa 2800 m. Lo circonda la vegetazione arbustiva di Adesmia e Mutisia, propria della zona intermedia tra il «monte» e la vegetazione alto-andina. Sotto le pietre del torrente vivono i curiosi anfibi Telmatobius.



Riveste invece un interesse del tutto particolare, a Cueva de Noronha, una peculiare biocenosi di torrente, con eccezionali caratteristiche ecologiche e specie finora non segnalate nell'intero sistema del Famatina. Seguendo la ripetutamente ricordata pista di Corrales alla base del Nevado, ci accamperemo presso le superficiali grotte della località suddetta e alla sinistra del cammino, a lato del quale scorrono le acque giallastre del Rio Amarillo che qua rivelano un grado di acidità stupefacente. Con nostra sorpresa un pH di solo 2.5, con ripetute misure ... Nel Rio Amarillo — nel nostro caso e dal nostro punto di osservazione, dal lato opposto del fiume — sboccano le limpide e impetuose correnti torrentizie di un affluente, l'Arroyo Los Cienagos. L'acqua dell'Arroyo Los Cienagos è abbastanza meno fredda di quella del fiume, con 11.5°C contro 8°C alle 7.30 antimeridiane. Neppure è acida, tendendo al contrario alla neutralità: pH 6.0-6.5. Sotto le pietre e nelle cascatelle del torrente furono rinvenuti dopo intensa ricerca degli anfibi anuri appartenenti a una linea evolutiva con distribuzione quasi completamente andina: il genere *Telmatobius*. Sono rane verdastre, di medie dimensioni e con pelle lubrica, abili nuotatrici. Probabilmente costituiscono una isolata popolazione del *Telmatobius schreiteri* descritto in passato nella parallela sierra di Velasco, 55 km ad oriente del Famatina. Le loro larve, reofile e solitarie, s'aggravano agili tra le rocce. Le uova, fortemente glutinose, apparivano separate, attaccate alle pietre sommerse, né era possibile staccarle, sia pure nei punti di maggiore

Una colonia di planarie sulle rocce sommerse del torrente Los Cienagos.

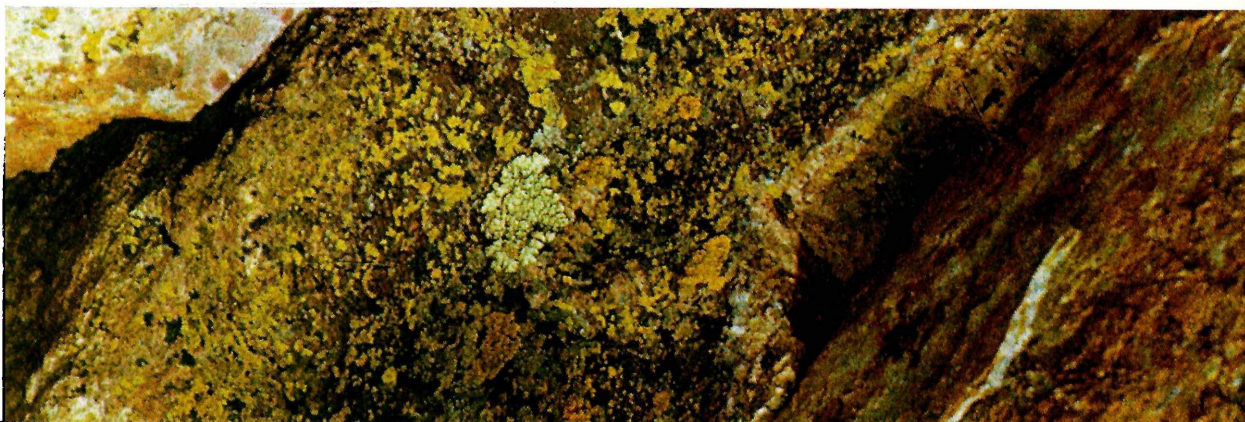




Conglomerati pleistocenici sulle pendici del Famatina, a 4200 m. Una interessante associazione di rettili sassicoli li caratterizza.

corrente. Nelle pozze tranquille e basse si concentravano in cambio le piccole e nere larve gregarie del *Bufo spinulosus*, un tipico rospo d'alta montagna, ovunque presente nelle cordigliere andine; limitati però i metamorfosati e gli adulti, dati i costumi terricoli della specie. Abbondavano i rappresentanti della entomofauna limnica nell'Arroyo Los Cienagos: minuti coleotteri e emitteri, larve d'insetti acquatici, ragni, sanguisughe e microscopiche planarie.

La ridotta batracofauna di Cueva de Noronha appare senza dubbio segregata, in equilibrio ambientale e genetico nel suo ristretto habitat. I fattori del suo odierno isolamento topografico, e sicuramente geografico, sono evidenti nella loro schematica semplicità. Strettamente vincolato a un habitat limnico, il *Telmatobius* può colonizzare a monte il letto del torrente, con la unica e ovvia limitazione delle sue sorgenti. Trova però a valle una barriera ecologica insormontabile nelle estreme condizioni di acidità del Rio Amarillo, carico dei solfuri procedenti dalle alte quote della sierra, sede dei giacimenti cupriferi. Il bassissimo pH ne ostacola inesorabilmente ogni ulteriore diffusione, o possibile, eventuale intercambio génico. Poste in identiche condizioni e nello stesso volume



Phymaturus mallimaccii maschio: notare l'eccezionale mimetismo con le rocce della formazione Negro Peinado e il loro logoro manto lichenico.

di acqua, larve di *Bufo spinulosus* e di *Telmatobius* muoiono prontamente, in 2-5 ore, nell'acqua del Rio Amarillo; vivono indefinitamente nell'acqua dell'Arroyo Los Cienagos. Se la barriera ecologica «chimica» del fiume attua rigorosamente nel caso dell'interamente acquatico *Telmatobius*, essa è probabilmente meno efficace nel caso dei semi-terrestre

Bufo spinulosus, anuro assai resistente alla siccità, allo stato adulto, e capace di apprezzabili migrazioni.

Analogamente alle affini popolazioni della sierra del Velasco, i *Telmatobius* del grupo *schreiteri* del Famatina rappresentano certamente dei relitti post-glaciali e debbono aver risalito le pendici montuose con la lenta ritirata della linea nivale. Lo scioglimento dei campi di ghiaccio o neve perenne, a maggiori altezze, saturò progressivamente di sali di rame e di ferro, copiosamente contenuti negli strati della formazione Negro Peinado, i nuovi corsi d'acqua di disgelo quale l'Amarillo. Insieme al rilievo, la concentrazione da essi raggiunta assunse quindi in breve la funzione di decisivo filtro ambientale e circoscrisse — verosimilmente da vari millenni — le popolazioni delle incassate «quebradas», quali le chiuse vallate de Los Cienagos.

Oltrepassata la Cueva de Noronha il cammino seguita a salire con alterni dislivelli e rimonta infine per più di 12 km il letto irregolare e pietroso del fiume. La singolare vegetazione affine alla flora della Puna passo a passo si rarefa o cambia. Sono più rade le grandi *Adesmia* arbustive e la *Mutisia kurtzii* dagli affusolati e turgidi fiori arancione, che al disopra dei 3300 m scompare. Ancora abbondanti restano le verbene, i cespugli di composite, di acantacee e divengono fitte le comunità delle dure graminacee. Nelle rocce dell'ordoviciano spiccano qua nitidamente i grandi dicchi intrusivi andesitici frequenti in quelle formazioni.

Passati i 3400 m e all'incirca su i 3500 terminano le grosse *Adesmia*, appaiono piante pulvinate simili alle «llaretas» andine e una relativa abbondanza di sorgenti, o «vegas», permette lo stabilirsi di limitate comunità igrofile. Vi predominano i *Mimulus*, le *Calceolaria*, le *Phacelia*, le composite *Werneria*, *Bidens* e *Senecio*, *Bromus* e *Deyeuxia* tra le graminacee. Nonostante le più insistenti ricerche non fu finora possibile rinvenire nelle gelide acque della zona delle «vegas» i curiosi anfibi *Telmatobius*.

Al di là dei 3600 m una rampa fortemente inclinata porta alle dorsali e vallate del piano superiore, ormai in prossimità delle maggiori cime del Famatina. Su i 3800-4200 m il clima è assai rigido, con fortissime variazioni giornaliere e spesso ventoso. Le precipitazioni di grandine e nevischio sono frequenti anche nei mesi estivi, con brusche cadute di temperatura, nubi, scariche elettriche, etc. A circa 4000 m, nella località di Cueva de Perez, sede di un accampamento provvisorio di minatori, la temperatura a livello del suolo era il 27 febbraio 1979 di — 10°C tra le 7 e le 8 antimeridiane, con una umidità relativa del 52%-54% (RH). Il termometro vi segnava all'ombra + 26°C alle 12.30



Limiti superiori della vegetazione della sierra, tra 4500 e 5000 m; cespugli duri e globosi di Adesmia subterranea nelle vicinanze della miniera abbandonata di La Mejicana.

(RH 40%), e + 30°C alle 3 del pomeriggio (RH 40%). Alle stesse ore e al sole, + 43°C e + 30°C rispettivamente; scendendo poi alle 7 del pomeriggio a + 6°C. Una variazione termica giornaliera dunque di ben 40°C alla superficie del suolo, all'ombra; al sole di addirittura 53°C !... Il dì seguente alle ore 7 della mattina si registrarono — 4°C alla superficie del suolo; alle 12.30 + 10°C all'ombra e + 20°C al sole (RH: 72%, 55% e 63%). Con un subitaneo cambio di temperatura alle 3 del pomeriggio si scatenava una improvvisa tempesta, con neve, grandine e forti raffiche di vento. Durante le brevi schiarite si misuravano al sole appena + 10°C. L'umidità relativa oscillò dal 72% al 55% e al 63%. In altro giorno particolarmente favorevole (2 marzo 1979), con cielo limpido e sole, la temperatura e la umidità relativa furono — 2°C e 60% alle 8 del mattino, salendo appena alle ore 10 a + 8°C all'ombra e a + 24°C al sole (RH: 40%), raggiungendo + 12°C all'ombra e + 38°C al sole alle 12.30 (RH: 37%). Questi pochi dati danno un sommario esempio delle notevoli oscillazioni climatiche imperanti a quelle altezze nei mesi più caldi della breve estate del Famatina. Nei periodi di maggior secchezza e tenue nebulosità il cielo è però eccezionalmente trasparente e terso: magnifici le albe e i tramonti, con effetti di luce di straordinaria bellezza sul Nevado e le colorite montagne che lo contornano.

Prendendo come base delle nostre osservazioni, per un raggio di vari chilometri, la località di Cueva de Perez, sempre tra i 3800 e i 4200 m, si apre alla nostra vista un ampio paesaggio di vallate e cime



Femmina di Phymaturus mallimacii dalla vivace livrea rossiccia. Sotto: altro rettile iguane proprio della sierra (Liolaemus fiammatinae), in completa omocromia con le rocce dell'ambiente naturale, in questo caso limoniti e lutiti.



d'aspetto alpino. Le loro rocce appartengono fondamentalmente ai sedimenti metamorfici ordoviciani della formazione Negro Peinado, con ripetute intrusioni terziarie di corpi ignei di composizione porfido-dacitica, che si distaccano sovente per un intenso color rossastro sui fianchi della montagna. Le rocce leptometamorfiche della formazione citata comprendono qua arenarie, quarziti e lutiti, fortemente meteorizzate e limonitizzate. Le poderose intrusioni di graniti del devoniano si trovano a una certa distanza, più di 10 km in linea d'aria, dall'area di Cueva de Perez — della quale stiamo per descrivere habitat e popolamento — e in diretta prossimità del Nevado del Famatina, a cui pure soggiacciono. Le rocce ordoviciane sono ricoperte per un 80% di materiali detritici recenti: in alcuni punti i litosuoli pleistocenici raggiungono da 20 cm a 1 m di spessore. Nelle vicinanze di Cueva de Perez si osservano estesi conglomerati quaternari di color giallastro ocraceo, in genere ad aspetto scistoso, con grandi fratture e crepacci, assai importanti per gli organismi animali che vi si annidano. Alla sinistra del dirupato sprone che sovrasta Cueva de Perez, s'apre il largo letto del Rio Amarillo, intensamente giallo o rossastro per i sali, idrossidi di ferro o limoniti, che si depositano nelle sue fredde acque. Queste discendono rapide dalle profonde incisioni vallive che convogliano il disgelo delle nevi cacuminali, e insieme i solfuri disciolti, soprattutto piriti, che saranno la causa della eccezionale acidità del torrente, con un pH non superiore a 2.5-3.0 già a Cueva de Perez.

Il paesaggio vegetale delle vallate adiacenti alla nostra base, a quote di 4000-4200 m, si caratterizza per una fisionomia montana propria, ma ad affinità decisamente alto-andine. Le sue associazioni sono costituite in prevalenza da piante erbacee basse o pulvinate, da comunità steppiche di graminacee dette localmente «coironal», e da piccoli, duri arbusti spinosi. Sui sassosi declivi predominano rosacee (*Tetraglochin*), verbene, crucifere (*Descurainia*, *Hexaptera*, *Sisymbrium irio*), oxalidacee e scrofulariacee (*Oxalis* e *Calceolaria*), malvacee (*Tarasa tenella*, *Nototriche*), leguminose (*Astragalus*, *Adesmia*), cariofillacee (*Pycnophyllum*, *Arenaria*), i globosi cuscini dell'umbellifera *Azorella*, la loasacea *Caiophora coronata*, geometriche *Ephedra* o *Opuntia* nane, i dischi verdastri bizzarri delle caliceracee (*Nastanthus*), le ampie macchie invadenti violetto porpora della idrofillacea *Phacelia* e finalmente le svariate composite: numerose specie di *Senecio*, *Chaetanthera*, *Baccharis*, i fiori citrini dell'*Hypochoeris taraxacoides* e gli arbusti irsuti della *Nassauvia* aff. *axillaris*, andino-patagonica. Elementi dominanti, sovente con estese comunità a cespi circolari sulle pendici esposte al sole, sono le giallastre graminacee che annoverano parecchie specie di *Stipa* *Poa*

(aff. *erinacea*), *Bromus*, *Deyeuxia*, etc. Molte delle piante citate si possono dunque incontrare negli altipiani e valli della cordigliera che fronteggia il sistema del Famatina. La nostra attuale informazione è evidentemente preliminare e studi ulteriori meglio potranno delucidare la storia di simili interessanti affinità floristiche e della presente gran dissociazione geografica delle loro biocenosi.

Come prevedibile, la fisionomia andina della vegetazione si ripete nella specializzata fauna d'altitudine del Famatina, quasi totalmente legata ad habitat di roccia, o radicecola. Mammiferi e uccelli sono sporadici e pochissimo conosciuti. Probabilmente debbono esistere colonie sotterranee di *Ctenomys* o altri roditori: a volte i grandi condor (*Vultur gryphus*) si possono osservare volteggiando sulle cime elevate. Le peculiari condizioni di acidità dei torrenti che scendono dal Nevado in questa zona danno ovvia ragione dell'assenza di ittiofauna e di anfibi, o della evidente rarefazione della vita limnica. Furono notati pochi ditteri (tafani, anofelini) e imenotteri, tra i quali notevolissimi i leggiadri smeraldini *Chrysididae* che frequentano i dirupi solatii fino ai 4500 m. Scarsi lepidotteri diurni affini a *Colias* volano sul monotono «coironal»: li sostituiscono al crepuscolo alcuni nottuidi nerastri. Della apparentemente povera entomofauna pure fanno parte minuti ortotteri atteri, tra

Gli eleganti Chrysis smeraldini, imenotteri frequenti sulle rocce del Famatina fino a 4500 m d'altezza.



cui si distingue una *Paradoxomorpha* nascosta nei crepacci dei conglomerati. Grande la scarsità dei coleotteri, tra cui sorprende la quasi assenza di tenebrionidi: una *Notiobia* aff. *cupripennis* tra i carabidi, un modesto scarabeide, l'*Aegidinus candezei*. Gli scorpioni, piccoli e rossastri, sono rappresentati dal già accennato *Oreobothriurus alticola*: rari gli araneidi e i miriapodi, ma certi ragni *Theraphosidae* di ragguardevoli dimensioni possono rinvenirsi, nei loro nidi rivestiti di tela, fino ai 4500 m. Vivono sotto le pietre, insieme a grossi acari rossi, terricoli.

Grande importanza hanno però per le loro relazioni con la fauna andina i due rettili sauri iguanidi, endemici, che abbiamo scoperto e studiato (CEI, 1980) dai dintorni di Cueva de Perez fino quasi ai limiti delle nevi perenni (4500-5000 m). Il *Phymaturus mallimaccii* è un robusto iguanide erbivoro abitante nelle fessure dei conglomerati, dalle quali esce e discende nelle ore più calde e luminose, per esporsi appiattito sulle rocce ai raggi solari, o per inoltrarsi nella vegetazione limitrofa in cerca di cibo (semi, germogli di composite, raramente insetti). Viviparo, il suo dimorfismo sessuale è evidente, per la colorazione giallastra del maschio, singolarmente mimetica con i copiosi licheni crostosi dell'habitat, e per la brillante livrea rossiccia della femmina, riconoscibile a prima vista. Questo *Phymaturus* è stretto parente di un'altra specie analoga per aspetto e costumi, il *Phymaturus palluma*, tipico elemento della cordigliera delle Ande, dove raggiunge altezze di 4000 m ed è distribuito dal lontano Neuquén, nell'alta Patagonia, alle vette dello spartiacque di Catamarca, sconfinando spesso in aree delle Ande cilene. La seconda forma endemica, il *Liolaemus famatinae*, appare a sua volta in intima relazione, sistematica e evolutiva, con il *Liolaemus ruibali* della cordigliera di Mendoza (altipiano di Uspallata, tra 2600-3200 m) e di San Juan (altipiano di Tocota e Angualasto, a circa 3000 m). Sono iguanidi di modesta taglia, morfologicamente assai simili, e occupano identici nicchi ecologici in ambiente di «coironal»: sotto i ciuffi erbosi nelle cui radici trovan riparo, o tra le pietre dei detriti di deiezione. Come il *Liolaemus ruibali*, il *Liolaemus famatinae* è viviparo e prevalentemente insettivoro, pur integrando la sua dieta con vegetali. Anche in questa specie è veramente impressionante il mimetismo con le rocce limonitiche tra cui si aggira. Nella zona delle miniere abbandonate di La Mejicana, al di là dei 4500 m, gli stessi rettili sono rarissimi. Estremamente rarefatte vi divengono ormai flora e fauna, ristretta quest'ultima a accidentali artropodi. Alle sassose falde del Nevado solamente arrivano qualche *Phacelia*, *Nototriche*, *Descurainia*, *Arenaria*, o ciuffi di *Stipa* o *Poa*, mentre isolate si distaccano le sclerotizzate *Adesmia subterranea* con i loro verdi-grigiastri arbusti globosi,



Vegetazione alto-andina del Famatina, a 3800-4000 m: i piatti Nototriche dai fiori brunastri.

a non molta distanza dalle prime placche di neve perpetua. In realtà, per quanto esteso per molti chilometri, il Nevado non è un vero e proprio ghiacciaio: il suo immenso campo gelato non passa attualmente uno spessore di alcuni metri. Un gruppo di geologi andinisti — Marco, Diaz — recentemente lo scalò in otto ore, senza equipaggiamenti sofisticati o particolari difficoltà di ascensione.

Un significativo profilo geo-ecologico del versante orientale della Sierra di Famatina è stato così tracciato, ma senza dubbio molto resta tuttora da fare in un sistema insufficientemente conosciuto, che si stende da nord a sud per ben 2°30' di latitudine. Se consideriamo le tre zone altimetriche e biogeografiche messe in rilievo nella presente esposizione, possiamo cercare di ricostruirne in via preliminare l'origine e la sequenza a partir dagli eventi dell'ultima fase glaciale corrispondente allo stadio di Würm, cioè da circa 12 000 anni. Ricerche glaciologiche sulle quali non è qui possibile dilungarsi (CORTE, 1975, 1976) farebbero scendere la linea nivale in quel tempo e alla latitudine del Famatina — 27° — approssimativamente a 3000 m. L'irregolare margine inferiore

della vegetazione di tipo alto-andino si sarebbe aggirato sui 1200 m; i limiti superiori non avrebbero oltrepassato i 2200-2300 m. Se consideriamo l'altimetria generale della regione, oggi mai inferiore ai 1000 m tra le Ande e il sistema del Famatina, possiamo presumere che una fascia di vegetazione di tipo andino-patagonico doveva allora stendersi ininterrottamente tra la cordigliera, il Famatina e probabilmente la parallela sierra di Velasco, respingendo a nord e sud in aree marginali di rifugio la formazione della macchia subtropicale, detta adesso del «monte». Nello stesso modo la fauna, e soprattutto la fauna erpetologica sensibile alle variazioni climatiche, si sarebbe adattata alle caratteristiche ambientali di tipo andino di tale ampia zona intermedia e specializzata per sopravvivere nei rigidi habitats periglaciali. Si stima che 10 000 anni fa, a una fase fredda umida di circa 2000 anni abbian fatto seguito un'altra a clima secco durata 4000 anni, nuovamente una fredda umida di 4500 anni, una più secca e breve e, finalmente, 1500 anni dell'ultima fase fredda sul finire del glaciale. Durante i periodi caldi la ritirata dei limiti nivali fu evidentemente accompagnata dall'ascensione della zona floristica di tipo periglaciale o alto-andino, e dalla fauna che ne era già propria; il «monte» ritornò ad invadere gli spazi intermedi tra la cordigliera e gli isolati sistemi extra-andini. Popolazioni in quel momento confuse o meglio gli antenati comuni di certe forme — *Telmatobius* per esempio, o *Phymaturus* e *Liolaemus* — giunsero quindi a separarsi nella loro migrazione opposta verso livelli altimetrici superiori, al di sopra dei 3000 m: ciò avvenne nella cordigliera per i *Phymaturus palluma* e *Liolaemus ruibali*, e parallelamente nella sierra di Famatina per i *Phymaturus mallimaccii* e *Liolaemus famatinae*. Una volta determinata posteriormente, per il prolungato isolamento geografico, una efficace segregazione genetica tra dette popolazioni, già la barriera interspecifica era stabilita. Anche durante eventuali contatti tra popolazioni periferiche ritornate a discendere a livelli inferiori nel corso di fluttuazioni climatiche, l'endemismo delle forme esclusive del sistema montuoso era ormai assicurato, sia per l'incompatibilità del loro materiale genetico, sia mediante altri effettivi meccanismi d'isolamento, ecologici, etologici, ambientali, etc.

Con questo ultimo ipotetico ma suggestivo modello evolutivo, terminiamo ponendo enfasi sull'eccezionale interesse scientifico, biologico oltre che geologico, del sistema del Famatina. Varie e inaspettate sorprese possono certamente esser riservate dal gigantesco e deserto massiccio, il più alto corrugamento orogenetico d'America dopo le Ande.

[La documentazione illustrativa è dell'A.]

I più vivi ringraziamenti ai geologi del Centro Exploración Geológico-Minera della Dirección General Fabricaciones Militares, Ejército Argentino, Mendoza, D.ri H.S. Mallimacci e R. Centeno, il cui continuo e solerte aiuto permise nel 1979-1980 lo svolgimento delle nostre ricerche nell'impervia regione del Famatina. Per la discussione dei dati e lo studio del materiale botanico e zoologico, del pari ringraziamo l'importantissimo aiuto dei D.ri A.E. Corte dell'Instituto Argentino de Glaciología Nivología, Mendoza, A. Ruiz Leal, J.A. Ambrosetti e L. Del Vito dell'Instituto Argentino Zonas Áridas, Mendoza, E. Maury del Museo Argentino de Ciencias Naturales, Buenos Aires, R.F. Laurent dell'Instituto M. Lillo, Tucuman, e M. Zunino del Museo Zoológico della Università di Torino, Italia.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- BODENBENDER G. (1916) — *El Nevado de Famatina*. Bol. Acad. Nac. Cien. Córdoba, 21: pp. 100-182.
- BODENBENDER G., (1922) — *El Nevado de Famatina*. An. Min. Agr. Secc. Geol. Mineral. Miner. Buenos Aires, 16 (1).
- CABRERA A.L. (1958) — *La vegetación de la Republica Argentina. VI-La vegetación de la Puna Argentina*. Rev. Inv. Agric. 11 (4): pp. 317-412.
- CEI J.M. (1980) — *New endemic iguanid lizards from the Famatina mountains of western Argentina*. J. Herpetol. 14 (1): pp. 57-64.
- CORTE A.E. (1976) — *El paleoclima de Cuyo-La situación actual y posibilidades climáticas*. Memoria Anual IANIGLA, Mendoza, III: pp. 103-130.
- CORTE A.E. (1976) — *Rock glaciers*. Biuletyn Peryglacialny, Łódź, 26: pp. 175-205.
- DE ALBA E. (1979) — *Sistema del Famatina*, in: «Segundo Simposio Geología Regional Argentina», Córdoba, I: pp. 349-395.
- GROEBER P. (1938) — *Mineralogía y Geología*. Espasa Calpe Arg., Buenos Aires.
- HAUSEN H. (1921) — *On the lithology and geological structure of the Sierra de Umango area, province of La Rioja, Argentine Republic* in «Acta Acad. Aboensis», Mathem. et Phys. I: 1-138.
- HAUSEN H. (1933) — *Sierra de Umango und die Verkordillere Argentinens*. Centralblatt f. Min. Stuttgart, B. 5: pp. 267-276.
- PETERSEN C.S. e A.F. LEANZA (1953) — *Elementos de Geología Aplicada*, Buenos Aires, Nigar Ed.: pp. 473.

Estratto da **L'UNIVERSO**
Rivista bimestrale dell'Istituto Geografico Militare
Firenze
Anno LXII - N. 4 Luglio-Agosto 1982